

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018192

International filing date: 07 December 2004 (07.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-426502
Filing date: 24 December 2003 (24.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10.12.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 2 4 日
Date of Application:

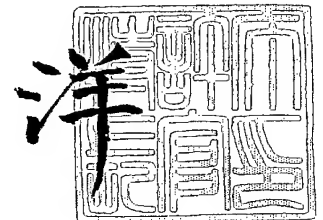
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 2 6 5 0 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 2 6 5 0 2]

出 願 人 三 菱 電 機 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 549040JP01
【提出日】 平成15年12月24日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04S 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 木村 勝
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 松岡 文啓
【特許出願人】
 【識別番号】 000006013
 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100102439
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 宮田 金雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092462
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高瀬 彌平
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011394
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

筐体内部に少なくとも 2 つのスピーカが収容された携帯端末装置の音響信号再生方法において、上記スピーカへの入力信号に対して、上記スピーカから制御点に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップ 1 と、上記処理ステップ 1 を経た信号に対して、上記筐体内で上記スピーカ間に生じるクロストークを低減させる処理ステップ 2 とを備えたことを特徴とする音響信号再生方法。

【請求項 2】

上記処理ステップ 2 は、上記筐体内で、他方の上記スピーカから一方の上記スピーカに漏れこむ音を低減させる低減信号を、上記処理ステップ 1 を経た一方のスピーカへの信号に加算するステップを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の音響信号再生方法。

【請求項 3】

上記低減信号は、上記処理ステップ 1 を経た他方のスピーカへの信号を加工することにより生成したものであることを特徴とする請求項 2 に記載の音響信号再生方法。

【請求項 4】

上記処理ステップ 1 を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記他方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくとも音響結合により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性を、上記一方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性で、除算し、符号を反転させた特性に基づいて行われることを特徴とする請求項 3 に記載の音響信号再生方法。

【請求項 5】

上記処理ステップ 2 は、上記処理ステップ 1 を経た一方のスピーカへの信号を加工して上記一方のスピーカに対する直接成分を得る第 1 の筐体直接加工ステップと、上記処理ステップ 1 を経た他方のスピーカへの信号を加工して上記一方のスピーカに対する交差成分を得る第 1 の筐体交差加工ステップと、上記両加工後の信号を加算して上記一方のスピーカを駆動するための駆動信号を生成する第 1 の加算ステップと、上記処理ステップ 1 を経た他方のスピーカへの信号を加工して上記他方のスピーカに対する直接成分を得る第 2 の筐体直接加工ステップと、上記処理ステップ 1 を経た一方のスピーカへの信号を加工して上記他方のスピーカに対する交差成分を得る第 2 の筐体交差加工ステップと、上記両加工後の信号を加算して上記第 2 のスピーカを駆動するための駆動信号を生成する第 2 の加算ステップとを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の音響信号再生方法。

【請求項 6】

上記第 1 の筐体直接加工ステップは、上記他方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて上記他方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工であり、上記第 1 の筐体交差加工ステップは、上記他方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくとも音響結合により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工であり、上記第 2 の筐体直接加工ステップは、上記一方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工であり、上記第 2 の筐体交差加工ステップは、上記一方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくとも音響結合により変形されて上記他方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工であることを特徴とする請求項 5 に記載の音響信号再生方法。

【請求項 7】

上記一方の加算された信号を、上記一方のスピーカから放射されるスピーカ放射信号が、上記処理ステップ 1 を経た一方のスピーカへの信号の振幅又は位相に略一致するように更に加工した後加工ステップを備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の音響信号再生方法。

【請求項 8】

上記処理ステップ 1 の後であって処理ステップ 2 の前に、上記一方のスピーカ放射信号が、上記処理ステップ 1 を経た一方のスピーカへの信号の振幅又は位相に略一致するように

上記処理ステップ1を経た一方のスピーカへの信号を加工する前加工ステップを備えたことを特徴とする請求項5に記載の音響信号再生方法。

【請求項9】

上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号のサブバンド単位で行うことを特徴とする請求項3又は請求項4のいずれかに記載の音響信号再生方法。

【請求項10】

上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記特性に低域通過フィルタを通して得られる特性に基づいて行われることを特徴とする請求項4に記載の音響信号再生方法。

【請求項11】

上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、周波数成分単位で上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号と上記処理ステップ1を経た一方のスピーカへの信号との相関をもとめ、当該相関に応じて行うことを特徴とする請求項3又は請求項4のいずれかに記載の音響信号再生方法。

【請求項12】

上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号に1未満のスカラー値を乗算し、符号を反転させた特性に基づいて行われることを特徴とする請求項3に記載の音響信号再生方法。

【請求項13】

一方の筐体直接加工ステップと他方の筐体直接加工ステップ又は一方の筐体交差加工ステップと他方の筐体交差加工ステップとは、略共通することを特徴とする請求項5に記載の音響信号再生方法。

【請求項14】

筐体内部に少なくとも2つのスピーカが収容された携帯端末装置において、上記スピーカへの入力信号に対して、上記スピーカから制御点に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理手段1と、上記処理手段1を経た信号に対して、上記筐体内で上記スピーカ間に生じるクロストークを低減させる処理手段2とを備えたことを特徴とする携帯端末装置。

【請求項15】

上記処理手段2は、上記筐体内で、他方の上記スピーカから一方の上記スピーカに漏れこむ音を低減させる低減信号を、上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号に加算することを特徴とする請求項14に記載の携帯端末装置。

【請求項16】

上記低減信号は、上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号を加工することにより生成したものであることを特徴とする請求項15に記載の携帯端末装置。

【請求項17】

上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記他方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくとも音響結合により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性を、上記一方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性で、除算し、符号を反転させた特性に基づいて行われることを特徴とする請求項16に記載の携帯端末装置。

【請求項18】

上記処理手段2は、上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号を加工する第1の筐体直接加工手段と、上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号を加工して上記一方のスピーカに対する交差成分を得る第1の筐体交差加工手段と、上記両加工後の信号を加算して上記一方のスピーカを駆動するための駆動信号を生成する第1の加算手段と、上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号を加工する第2の筐体直接加工手段と、上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号を加工して上記他方のスピーカに対する交差成分を得

る第2の筐体交差加工手段と、上記両加工後の信号を加算して上記第2のスピーカを駆動するための駆動信号を生成する第2の加算手段とを備えたことを特徴とする請求項14に記載の携帯端末装置。

【請求項19】

上記第1の筐体直接加工手段は、上記他方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて上記他方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工を行い、上記第1の筐体交差加工手段は、上記他方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくとも音響結合により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工を行い、上記第2の筐体直接加工手段は、上記一方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて上記一方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工を行い、上記第2の筐体交差加工手段は、上記一方のスピーカを駆動させるための駆動信号が少なくとも音響結合により変形されて上記他方のスピーカから放射されるまでの伝達特性に基づく加工を行うことを特徴とする請求項18に記載の携帯端末装置。

【請求項20】

上記一方の加算された信号を、上記一方のスピーカから放射されるスピーカ放射信号が、上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号の振幅又は位相に略一致するように更に加工した後加工手段を備えたことを特徴とする請求項18に記載の携帯端末装置。

【請求項21】

上記処理ステップ1の後であって処理ステップ1の前に上記両加工をする前に、上記一方のスピーカ放射信号が、上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号の振幅又は位相に略一致するように上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号を加工する前加工手段を備えたことを特徴とする請求項18に記載の携帯端末装置。

【請求項22】

上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号のサブバンド単位で行うことを特徴とする請求項16又は請求項17のいずれかに記載の携帯端末装置。

【請求項23】

上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記特性に低域通過フィルタを通して得られる特性に基づいて行われることを特徴とする請求項17に記載の携帯端末装置。

【請求項24】

上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、周波数成分単位で上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号と上記処理手段1を経た一方のスピーカへの信号との相関をもとめ、当該相関に応じて行うことを特徴とする請求項16又は請求項17のいずれかに記載の携帯端末装置。

【請求項25】

上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号の加工は、上記処理手段1を経た他方のスピーカへの信号に1未満のスカラー値を乗算し、符号を反転させた特性に基づいて行われることを特徴とする請求項16に記載の携帯端末装置。

【請求項26】

一方の直接加工手段と他方の直接加工手段又は一方の交差加工手段と他方の交差加工手段とは、略共通することを特徴とする請求項18に記載の携帯端末装置。

【請求項27】

筐体内部にN個のスピーカが收容された携帯端末装置の音響信号再生方法において、i番目のスピーカから放射されるスピーカ放射信号 S_i が、上記i番目のスピーカを駆動するための駆動信号 S_{di} が少なくとも筐体内の音響結合により変形されてj番目のスピーカから放射されるまでの伝達特性 H_{ij} とi番目のスピーカを駆動するための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されてi番目のスピーカから放射されるまでの伝達特性 H_{ii} とを備えたH行列を用いて以下の式であらわされる場合に、

【数 1】

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_N \end{bmatrix} = \mathbf{H} \mathbf{Sd} = \begin{bmatrix} H_{11}, H_{21}, \dots, H_{N1} \\ H_{12}, H_{22}, \dots, H_{N2} \\ \dots \\ H_{1N}, H_{2N}, \dots, H_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Sd_1 \\ Sd_2 \\ \dots \\ Sd_N \end{bmatrix}$$

上記 i 番目のスピーカの駆動信号 Sd_i を、入力信号に対して上記スピーカから制御点に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップを経た信号であって上記 i 番目のスピーカに対する信号 Y_i に対して、上記行列 H の (i, j) 成分の余因子 Q_{ij} に基づく下記のフィルタ特性 G による処理を行う事により生成することを特徴とする音響信号再生方法。

【数 2】

$$\begin{bmatrix} Sd_1 \\ Sd_2 \\ \dots \\ Sd_N \end{bmatrix} = \mathbf{G} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} \quad \text{但し、} \mathbf{G} = a \begin{bmatrix} Q_{11}, Q_{12}, \dots, Q_{1N} \\ Q_{21}, Q_{22}, \dots, Q_{2N} \\ \dots \\ Q_{N1}, Q_{N2}, \dots, Q_{NN} \end{bmatrix}$$

【請求項 28】

筐体内部に N 個のスピーカが収容された携帯端末装置において、i 番目のスピーカから放射されるスピーカ放射信号 S_i が、上記 i 番目のスピーカを駆動するための駆動信号 Sd_i が少なくとも筐体内の音響結合により変形されて j 番目のスピーカから放射されるまでの伝達特性 H_{ij} と i 番目のスピーカを駆動するための駆動信号が少なくともアンプ又はスピーカ特性により変形されて i 番目のスピーカから放射されるまでの伝達特性 H_{ii} とを備えた H 行列を用いて以下の式であらわされる場合に、

【数 3】

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_N \end{bmatrix} = \mathbf{H} \mathbf{Sd} = \begin{bmatrix} H_{11}, H_{21}, \dots, H_{N1} \\ H_{12}, H_{22}, \dots, H_{N2} \\ \dots \\ H_{1N}, H_{2N}, \dots, H_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Sd_1 \\ Sd_2 \\ \dots \\ Sd_N \end{bmatrix}$$

上記 i 番目のスピーカの駆動信号 Sd_i を、入力信号に対して上記スピーカから制御点に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理手段を経た信号であって上記 i 番目のスピーカに対する信号 Y_i に対して、上記行列 H の (i, j) 成分の余因子 Q_{ij} に基づく下記のフィルタ特性 G による処理を行う事により生成することを特徴とする携帯端末装置。

【数 4】

$$\begin{bmatrix} Sd_1 \\ Sd_2 \\ \dots \\ Sd_N \end{bmatrix} = \mathbf{G} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} \quad \text{但し、} \mathbf{G} = a \begin{bmatrix} Q_{11}, Q_{12}, \dots, Q_{1N} \\ Q_{21}, Q_{22}, \dots, Q_{2N} \\ \dots \\ Q_{N1}, Q_{N2}, \dots, Q_{NN} \end{bmatrix}$$

【書類名】明細書

【発明の名称】音響信号再生方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、携帯端末装置使用の際に生じるクロストークを低減させる音響信号再生方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のクロストークキャンセラーは、入力信号が対応する仮想音像が聴取者の右耳又は左耳に到達するとされる伝達関数に対して、聴取者の右耳又は左耳に到達するクロストーク成分をキャンセルするための伝達関数が畳み込まれたフィルタを特徴とする。

【0003】

【特許文献1】特開平09-327099号公報（第1-2頁）

【特許文献2】特開2002-111817号公報（第1-2頁、第9-10頁）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来から、スピーカから聴取者の右耳又は左耳に到達するクロストーク成分をキャンセルするための伝達関数を畳み込まれたフィルタは存在したが、携帯端末装置の筐体内におけるスピーカ相互間のクロストークを適切に減少させることができなかった。そのため、入力信号が立体音響効果を期待されている場合、携帯端末装置では3D音像定位機能が実現されていなかった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明のかかるクロストークキャンセル方法は、筐体内部に少なくとも2つのスピーカが收容された携帯端末装置の音響信号再生方法において、スピーカへの入力信号に対して、スピーカから受聴者の耳に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップ1と、処理ステップ1を経た信号に対して、筐体内でスピーカ間に生じるクロストークを低減させる処理ステップ2とを備えて構成されている。

【発明の効果】

【0006】

この発明のかかるクロストークキャンセル方法は、筐体内部に少なくとも2つのスピーカが收容された携帯端末装置の音響信号再生方法において、スピーカへの入力信号に対して、スピーカから受聴者の耳に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップ1と、処理ステップ1を経た信号に対して、筐体内でスピーカ間に生じるクロストークを低減させる処理ステップ2とを備えて構成されるものであり、入力信号が立体音響効果を期待されている場合、携帯端末装置では3D音像定位機能が実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

実施の形態1.

発明者による研究の結果、携帯端末装置のサイズを小型化するために後気室を共通にした場合、一方のスピーカから再生される音波が筐体内で音響的に結合して、他方のスピーカに漏れこむという現象が生じることが判明した。この音響結合を筐体内クロストークと呼ぶことにする。図1の左部はこの現象をモデル化したものである。また、一方のスピーカから再生される音波が本来受聴者の一方の耳に伝達されるところ他方の耳で結合して、他方の耳に漏れこむという現象が生じていることも判明した。この音響結合を空間クロストークと呼ぶことにする。図1の右部はこの現象をモデル化したものである。

【0008】

図1に示す第1のスピーカ1R（一方のスピーカ）と第2のスピーカ1L（他方のスピー

カ)とは図示しない携帯端末の筐体内に設置されており、後気室を共通にしている。また同図に示すように、第2のスピーカ1Lを駆動するための駆動信号Ldが少なくとも筐体内での音響結合により変形されて、第1のスピーカ1Rから放射されるまでの伝達特性を H_{LR} で表し、第1のスピーカ1Rを駆動するための駆動信号Rdが少なくとも筐体内での音響結合により変形されて、第2のスピーカ1Lから放射されるまでの伝達特性を H_{RL} で表す。更に、第1のスピーカ1Rを駆動する駆動信号Rdがアンプ又はスピーカ特性などによって変形されて、第1のスピーカ1Rから放射されるまでの伝達特性を H_{RR} で表し、第2のスピーカ1Lを駆動する駆動信号Ldがアンプ又はスピーカ特性などによって変形されて、第2のスピーカ1Lから放射されるまでの伝達特性を H_{LL} で表す。更に、上記の変形により第1のスピーカ1Rから放射されるスピーカ放射信号をSRで表し、第2のスピーカ1Lから放射されるスピーカ放射信号をSLで表す。そして、スピーカ放射信号SRが空間で変形されて、第1の制御点27Rの例である受聴者の第1の耳に到達されるまでの伝達関数を G_{RR} で表し、スピーカ放射信号SLが空間で変形されて、第2の制御点27Lの例である受聴者の第2の耳に到達されるまでの伝達関数を G_{LL} で表す。スピーカ放射信号SLが空間で変形されて、受聴者の第1の耳に到達されるまでの伝達関数を G_{LR} で表し、スピーカ放射信号SRが空間で変形されて、受聴者の第2の耳に到達されるまでの伝達関数を G_{RL} で表す。

【0009】

図1に示したとおり、筐体内で音響結合がある携帯端末装置では、駆動信号Rdは H_{RR} という伝達特性が付与され、また駆動信号Ldが H_{LR} という特性で音響結合される。そして、当該両信号は、加算されて放射される。一方、駆動信号Ldは H_{LL} という特性が付与され、また駆動信号Rdが H_{RL} という特性で音響結合される。そして、当該両信号は、加算されて放射される。従って、第1のスピーカ放射信号SR、第2のスピーカ放射信号SLは、下記1のように表わすことができる。

【0010】

【数1】

$$S_R = RdH_{RR} + LdH_{LR}$$

$$S_L = LdH_{LL} + RdH_{RL}$$

なお、本実施の形態においては、第1のスピーカ1Rと第2のスピーカ1Lとは、携帯端末装置の筐体内において筐体に対して対称的に配置され、スピーカ同士が類似していると考ええる。よって、伝達特性 H_{RL} と伝達特性 H_{LR} 及び伝達特性 H_{RR} と伝達特性 H_{LL} が、共通している場合又は共通しているとみなせるほど近似していると考えられるので、 $H_{LR} = H_{RL} = H_X$ 、 $H_{RR} = H_{LL} = H_D$ とみなす。よって本実施の形態では、第1のスピーカ放射信号SR及び第2のスピーカ放射信号SLは、数式2のように表すことができる。

【0011】

【数2】

$$S_R = RdH_D + LdH_X$$

$$S_L = LdH_D + RdH_X$$

更に再生された第1のスピーカ放射信号SRは G_{RR} という伝達特性が付与され、第2のスピーカ放射信号SLは G_{LR} という伝達特性が付与される。そして、当該両信号は、加算されて受聴者の第1の耳に伝達される。一方、第2のスピーカ放射信号SLは G_{LL} という伝達特性が付与され、また第1のスピーカ放射信号SRは G_{RL} という伝達特性が付与される。そして、当該両信号は、加算されて受聴者の第2の耳に伝達される。受聴者の第1の耳に伝達される信号ER、第2の耳に伝達される信号ELは、数式3のように表すことができる。

【0012】

【数 3】

$$\begin{aligned}
 E_R &= S_R G_{RR} + S_L G_{LR} \\
 &= (RdH_D + LdH_X)G_{RR} + (LdH_D + RdH_X)G_{LR} \\
 &= Rd(H_D G_{RR} + H_X G_{LR}) + Ld(H_D G_{LR} + H_X G_{RR}) \\
 E_L &= S_L G_{LL} + S_R G_{RL} \\
 &= (LdH_D + RdH_X)G_{LL} + (RdH_D + LdH_X)G_{RL} \\
 &= Rd(H_D G_{RL} + H_X G_{LL}) + Ld(H_D G_{LL} + H_X G_{RL})
 \end{aligned}$$

立体的音響効果を実現するためには、立体音響効果を得ることが期待される信号を生成し、この信号をできるだけ正しく左右の耳に提示することが必要とされる。しかし、この数式 3 が示すように、第1の耳の伝達信号 E_R には、駆動信号 Rd 、駆動信号 Ld の両成分が含まれ、第2の耳の伝達信号 E_L には、駆動信号 Rd 、駆動信号 Ld の両成分が含まれる。このため、何の前処理もしなければ、筐体内、空間での音響結合のある場合にスピーカで再生しても再生音像が極端に狭くなったり、臨場感のある再生が実現できなかったりする。発明者は、以上の現象に着目し、図 2 に示す音響信号再生回路を図 1 に示す再生システムモデルの前段に設けることにより、筐体内クロストーク及び空間クロストークの低減を図ることとした。

【0013】

図 2 はこの発明の実施の形態 1 にかかる携帯端末装置に用いられる音響信号再生回路の概略図である。図 2 に示すように、この実施の形態にかかる音響信号再生回路は、上述第 1 のスピーカ 1 R 用のチャンネル 2 R 及び、上述第 2 のスピーカ 1 L 用のチャンネル 2 L を備える。また、この音響信号再生回路は、第 1 のスピーカ 1 R への入力信号 R を加工して第 1 のスピーカ 1 R に対する直接成分を生成する第 1 の空間直接加工手段 1 3 RR と、第 2 のスピーカ 1 L への入力信号 L を加工して第 1 のスピーカ 1 R に対する交差成分を生成する第 1 の空間交差加工手段 1 4 LR と、上記両信号を加算して、加算信号を生成する加算手段 1 5 R を備える。同様に第 2 のスピーカ 1 L への入力信号 L を加工して第 2 のスピーカ 1 L に対する直接成分を生成する第 2 の空間直接加工手段 1 3 LL と、第 1 のスピーカ 1 R への入力信号 R を加工して第 2 のスピーカ 1 L に対する交差成分を生成する第 2 の空間交差加工手段 1 4 RL と、上記両信号を加算して、加算信号を生成する加算手段 1 5 L を備える。

【0014】

更に、第 1 の加算手段 1 5 R で加算された信号を更に加工する第 1 の空間後加工手段 1 6 RR 及び第 2 の加算手段 1 5 L で加算された信号を更に加工する第 2 の空間後加工手段 1 6 LL を備える。

【0015】

以上の空間クロストーク処理手段（処理手段 1）に加えて更に以下の筐体内クロストーク処理手段（処理手段 2）が備えられる。第 2 の空間後加工手段 1 6 LL により加工された信号（処理手段 1 を経た他方のスピーカへの信号）を更に加工して、第 1 のスピーカ 1 R に対する交差成分を生成する第 1 の筐体加工手段 3 LR と、この第 1 の筐体加工手段 3 LR の出力信号を、第 1 の空間後加工手段 1 6 RR の出力信号（処理手段 1 を経た一方のスピーカへの信号）に加算して駆動信号 Rd を出力する第 1 の加算手段 4 R とを備える。同様に第 1 の空間後加工手段 1 6 RR により加工された信号を更に加工して、第 2 のスピーカ 1 L に対する交差成分を生成する第 2 の筐体加工手段 3 RL と、この第 2 の筐体加工手段 3 RL の出力信号を、第 2 の空間後加工手段 1 6 LL の出力信号に加算して駆動信号 Ld を出力する第 2 の加算手段 4 L とを備える。

【0016】

この実施の形態では、この駆動信号 Rd 、駆動信号 Ld を上述の図 1 で説明した駆動信号 Rd 、駆動信号 Ld としてそれぞれ使用する。

【0017】

次に、動作について説明する。本発明の携帯端末装置の第1のチャンネルに入力された入力信号Rは分岐されて、一方は第2の空間交差加工手段14RLに入力され、他方は第1の空間直接加工手段13RRに入力される。同様に、本発明の携帯端末装置の第2のチャンネルに入力された入力信号Lは分岐されて、一方は第1の空間交差加工手段14LRに入力され、他方は第2の空間直接加工手段13LLに入力される。次に、第2の空間交差加工手段14RLに入力された入力信号は、例えば、 $-G_{RL}$ という特性フィルタを通過し、第2の加算手段15Lに入力される。第1の空間直接加工手段13RRに入力された入力信号は、例えば、 G_{LL} という特性フィルタを通過し、第1の加算手段15Rに入力される。同様に第1の空間交差加工手段14LRに入力された入力信号は、例えば、 $-G_{LR}$ という特性フィルタを通過し、第1の加算手段15Rに入力される。第2の空間直接加工手段13LLに入力された入力信号は、例えば、 G_{RR} という特性フィルタを通過し、第2の加算手段15Lに入力される。

【0018】

次に、第1の加算手段15Rに入力された両信号は加算され第1の空間後加工手段16RRに入力され、第2の加算手段15Lに入力された両信号は加算され第2の空間後加工手段16LLに入力される。次に、第1の空間後加工手段16RRに入力された信号は、例えば、 $1/(G_{LL}G_{RR}-G_{LR}G_{RL})$ という特性フィルタを通過し、分岐して、一方は交差成分として第2の筐体加工手段3RLに入力され、他方は直接成分として第1の加算手段4Rにそれぞれ入力される。同様に、第2の空間後加工手段16LLに入力された信号は、例えば、 $1/(G_{LL}G_{RR}-G_{LR}G_{RL})$ という特性フィルタを通過し、分岐して、一方は交差成分として第1の筐体加工手段3LRに入力され、他方は直接成分として第2の加算手段4Lにそれぞれ入力される。第1の筐体加工手段3LRに入力された信号LAとすると、信号LAは、第1の筐体加工手段3LRによって、例えば $-H_X/H_D$ という特性を持つフィルタを通過し、第1の加算手段4Rに入力される。第1の加算手段4Rでは、第1の筐体加工手段3LRからの出力信号（交差成分）と、第1の空間後加工手段16RRから出力される信号RA（直接成分）とを加算することによって、駆動信号Rdを生成する。同様に、第2の筐体加工手段3RLに入力された信号RAは第2の筐体加工手段3RLによって、例えば $-H_X/H_D$ という特性を持つフィルタを通過し、第2の加算手段4Lに入力される。第2の加算手段4Lでは、第2の筐体加工手段3RLからの出力信号（交差成分）と、信号LA（直接成分）とを加算することによって、駆動信号Ldを生成する。ここで、駆動信号Rd、駆動信号Ldは数式4のようになる。

【0019】

【数4】

$$Rd = \frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} - \frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \cdot \frac{H_X}{H_D}$$

$$Ld = \frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} - \frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \cdot \frac{H_X}{H_D}$$

上記処理によって生成された駆動信号Rd、駆動信号Ldで第1のスピーカ1R、第2のスピーカ1Lを駆動すると、図1より、スピーカRから放射されるスピーカ放射信号SR、スピーカ放射信号SLは、数式5のようになる。

【0020】

【数5】

$$\begin{aligned}
S_R &= RdH_D + LdH_X \\
&= \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} - \frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \cdot \frac{H_X}{H_D} \right) H_D + \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} - \frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \cdot \frac{H_X}{H_D} \right) H_X \\
&= (RG_{LL} - LG_{LR}) \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right) \left(\frac{1}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \right) \\
S_L &= LdH_D + RdH_X \\
&= \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} - \frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \cdot \frac{H_X}{H_D} \right) H_D + \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} - \frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \cdot \frac{H_X}{H_D} \right) H_X \\
&= (LG_{RR} - RG_{RL}) \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right) \left(\frac{1}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \right)
\end{aligned}$$

よって、第1の耳への到達信号 E_R 、第2の耳への到達信号 E_L は数式6のようになる。

【0021】

【数6】

$$\begin{aligned}
E_L &= G_{LL}S_L + G_{RL}S_R \\
&= G_{LL} \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right) \right) \\
&\quad + G_{RL} \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right) \right) \\
&= \frac{\left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right)}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \left((LG_{RR}G_{LL} - RG_{RL}G_{LL} + RG_{RL}G_{LL} - LG_{RL}G_{LR}) \right) \\
&= L \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_R &= G_{RR}S_R + G_{LR}S_L \\
&= G_{RR} \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right) \right) \\
&\quad + G_{LR} \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right) \right) \\
&= \frac{\left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right)}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \left((RG_{RR}G_{LL} - LG_{LR}G_{RR} + LG_{LR}G_{RR} - RG_{RL}G_{LR}) \right) \\
&= R \left(H_D - \frac{H_X^2}{H_D} \right)
\end{aligned}$$

数式6からわかるように、振幅又は位相特性の変形は受けるものの、クロストーク成分を完全にキャンセルすることができる。ここで、3D音像定位において、左右信号の位相差、振幅差が重要となることが知られている。数式6によると、左右の信号が同様の変形を受けているので、左右信号の位相差、振幅差の関係を保っており、良好な立体音響効果を得ることができる。つまり、入力信号 R 及び入力信号 L が、左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と、筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現

できなかった3D音像定位機能の実現が可能となる。

【0022】

なお、図2において、 $H_0 / (H_0^2 - H_x^2)$ という特性の補正フィルタを空間クロストーク処理の後、具体的には第1の空間後加工手段16RR及び第2の空間後加工手段16LLの直後又は第1の加算手段4R及び第2の加算手段4Lの直後にもうけてもよい。これにより、第一の耳への到達信号ER及び第2の耳への到達信号ELが入力信号R及び入力信号Lとなる。図2において、 $H_0 / (H_0^2 - H_x^2)$ という特性を近似したフィルタを空間クロストーク処理の後、具体的には第1の空間後加工手段16RR及び第2の空間後加工手段16LLの直後又は第1の加算手段4R及び第2の加算手段4Lの直後にもうけてもよい。これにより、両耳に提示する信号が完全に入力信号R及び入力信号L となる。

【0023】

また、この実施の形態では、筐体内で、他方のスピーカから一方のスピーカに漏れこむ音を低減させる低減信号を、第2の空間後加工手段の出力信号（処理ステップ1を経た他方のスピーカへの信号）を加工することにより得る場合について説明した。しかし、この発明はこれに限定されるものではなく、その生成方法はどのようなものであってもよい。別途作成した信号を加工することにより上記低減信号を生成してもよい。

【0024】

また、この発明の実施の形態においては、2チャンネル入力、2スピーカ再生の場合の音響信号再生方法について説明した。しかし、この特性補償方法は、2チャンネル入力、2スピーカ再生の場合に限定されるものではなく、N（Nは3以上）個のスピーカの特性補償方法についても該当する。

【0025】

また、伝達特性 H_x は筐体内での音響結合に加えて、スピーカ特性やアンプ特性が含まれる場合がある。

【0026】

また、この実施の形態では空間クロストーク処理と筐体内クロストーク処理を一体として説明した。しかしそれぞれ独立して設け独立して機能させることもできる。

【0027】

実施の形態2

実施の形態1においては、筐体内のクロストークを低減させる処理ステップとして、第1の筐体加工手段3LRと第2の筐体加工手段3RLを用いたが、本実施の形態においては後述する第1の筐体直接加工手段5RR、第2の筐体直接加工手段5LL、第1の筐体交差加工手段6LR、第2の筐体交差加工手段6RLを用いる場合について説明する。なお、筐体内クロストークの再生については実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストークの再生についても実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストーク処理手段については図2における左部と同様であるためにここでは説明を省略する。

【0028】

図3はこの発明の実施の形態2にかかる携帯端末装置に用いられる音響信号再生回路の概略図である。図3に示すように、この実施の形態にかかる音響信号再生回路は、上述の空間クロストーク処理手段を備えるとともに、第1の筐体加工手段3RL及び第2の筐体加工手段3LRにかえて、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAを加工して第1のスピーカ1Rに対する直接成分を生成する第1の筐体直接加工手段5RRと、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAを加工して第1のスピーカ1Rに対する交差成分を生成する第1の筐体交差加工手段6LRと、上記両加工によって生成される信号を加算して駆動信号Rdを出力する第1の加算手段4Rを備える。同様に、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAを加工して第2のスピーカ1Lに対する直接成分を生成する第2の筐体直接加工手段5LLと、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAを加工して第2のスピーカ1Lに対する交差成分を生成する第2の筐体交差加工手段6RLと上記両加工によって生成される信号を加算して駆動信号Ldを出力する第2の加算手段4Lを備える。

【0029】

次に、動作について説明する。第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは分岐されて、一方は第2の筐体交差加工手段6RLに入力され、他方は第1の筐体直接加工手段5RRに入力される。同様に、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは分岐されて、一方は第1の筐体交差加工手段6LRに入力され、他方は第2の筐体直接加工手段5LLに入力される。第1の筐体交差加工手段6LRに入力された第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは第1の筐体交差加工手段6LRによって、例えば $-H_{LR}$ という特性を持つフィルタを通過し、第1の加算手段4Rに入力される。第1の筐体直接加工手段5RRに入力された第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは第1の筐体直接加工手段5RRによって、例えば H_{LL} という特性を持つフィルタを通過し、第1の加算手段4Rに入力される。この第1の加算手段4Rにより、両信号が加算され、駆動信号Rdを生成する。同様に、第2の筐体交差加工手段6RLに入力された第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは第2の筐体交差加工手段6RLによって、例えば $-H_{RL}$ という特性を持つフィルタを通過し、第2の加算手段4Lに入力される。第2の筐体直接加工手段5LLに入力された第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは第2の筐体直接加工手段5LLによって、例えば H_{RR} という特性を持つフィルタを通過し、第2の加算手段4Lに入力される。この第2の加算手段4Lにより、両信号が加算され駆動信号Ldを生成する。駆動信号Rd及び駆動信号Ldは数式7のようになる。

【0030】

【数7】

$$Rd = \frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} H_{LL} - \frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} H_{LR}$$

$$Ld = \frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} H_{RR} - \frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} H_{RL}$$

上記処理によって生成された駆動信号Rd、駆動信号Ldで第1のスピーカ1R、第2のスピーカ1Lを駆動すると、図1より、第1のスピーカ1Rから放射されるスピーカ放射信号SR、第2のスピーカ1Lから放射されるスピーカ放射信号SLは数式8のようになる。

【0031】

【数8】

$$S_R = RdH_{RR} + LdH_{LR}$$

$$= \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \right) (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})$$

$$S_L = LdH_{LL} + RdH_{RL}$$

$$= \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} \right) (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})$$

上記スピーカ放射信号SR、スピーカ放射信号SLは音響結合等の影響を受けるため、第1の耳への到達信号ER、第2の耳への到達信号ELは数式9のようになる。

【0032】

【数 9】

$$\begin{aligned}
E_R &= G_{RR}S_R + G_{LR}S_L \\
&= G_{RR} \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL}) \right) \\
&\quad + G_{LR} \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL}) \right) \\
&= \frac{(H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} ((RG_{RR}G_{LL} - LG_{LR}G_{RR} + LG_{LR}G_{RR} - RG_{RL}G_{LR})) \\
&= R(H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_L &= G_{LL}S_L + G_{RL}S_R \\
&= G_{LL} \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL}) \right) \\
&\quad + G_{RL} \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL}) \right) \\
&= \frac{(H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} ((LG_{RR}G_{LL} - RG_{RL}G_{LL} + RG_{RL}G_{LL} - LG_{RL}G_{LR})) \\
&= L(H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})
\end{aligned}$$

数式 9 からわかるように、振幅又は位相特性の変形は受けるものの、クロストーク成分を完全にキャンセルすることができる。ここで、3D 音像定位において、左右信号の位相差、振幅差が重要となることが知られている。数式 9 によると、左右の信号が同様の変形を受けているので、左右信号の位相差、振幅差の関係を保っており、良好な立体音響効果を得ることができる。つまり、入力信号 R 及び入力信号 L が、左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と、筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現できなかった 3D 音像定位機能の実現が可能となる。

なお、図 3 において、図示されていない $1 / (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})$ という特性の補正フィルタを、空間クロストーク処理の後、具体的には第 1 の空間後加工手段 16 RR 及び第 2 の空間後加工手段 16 LL の直後又は第 1 の加算手段 4 R 及び第 2 の加算手段 4 L の直後にもうけてもよい。これにより、第 1 の耳への到達信号 E_R 、第 2 の耳への到達信号 E_L が入力信号 R および入力信号 L となる。図 3 において、図示されていない $1 / (H_{LL}H_{RR} - H_{LR}H_{RL})$ という特性を近似したフィルタを空間クロストーク処理の後、具体的には空間クロストーク処理の後、具体的には第 1 の空間後加工手段 16 RR 及び第 2 の空間後加工手段 16 LL の直後又は第 1 の加算手段 4 R 及び第 2 の加算手段 4 L の直後にもうけてもよい。これにより、第 1 の耳への到達信号 E_R 、第 2 の耳への到達信号 E_L が入力信号 R および入力信号 L となる。

【0033】

また、伝達特性 H_{RL} と伝達特性 H_{LR} 及び伝達特性 H_{RR} と伝達特性 H_{LL} が、共通している場合又は共通しているとみなせるほど近似している場合には $H_{LR} = H_{RL} = H_X$ 、 $H_{RR} = H_{LL} = H_D$ とみなすことができる。よって、第 1 の筐体直接加工手段 5 RR と第 2 の筐体直接加工手段 5 LL の伝達特性は、 H_D とすることができる。同様に第 1 の筐体交差加工手段 6 LR と第 2 の筐体交差加工手段 6 RL の伝達特性は、 $-H_X$ とすることができる。この場合、受聴者の第 1 の耳への到達信号 E_R 、受聴者の第 2 の耳への到達信号 E_L は、数式 10、数式 11 のようになる。

【0034】

【数 10】

$$\begin{aligned}
E_R &= G_{RR}S_R + G_{LR}S_L \\
&= G_{RR} \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_D^2 - H_X^2) \right) \\
&\quad + G_{LR} \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_D^2 - H_X^2) \right) \\
&= \frac{(H_D^2 - H_X^2)}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} ((RG_{RR}G_{LL} - LG_{LR}G_{RR} + LG_{LR}G_{RR} - RG_{RL}G_{LR})) \\
&= R(H_D^2 - H_X^2)
\end{aligned}$$

【0035】

【数 11】

$$\begin{aligned}
E_L &= G_{LL}S_L + G_{RL}S_R \\
&= G_{LL} \left(\frac{LG_{RR} - RG_{RL}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_D^2 - H_X^2) \right) \\
&\quad + G_{RL} \left(\frac{RG_{LL} - LG_{LR}}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} (H_D^2 - H_X^2) \right) \\
&= \frac{(H_D^2 - H_X^2)}{G_{LL}G_{RR} - G_{LR}G_{RL}} ((LG_{RR}G_{LL} - RG_{RL}G_{LL} + RG_{RL}G_{LL} - LG_{RL}G_{LR})) \\
&= L(H_D^2 - H_X^2)
\end{aligned}$$

従って、例えば、スピーカが筐体内において左右対称又は上下対称に配置されている場合など、当該、直接加工手段5又は交差加工手段6の共通化により、信号加工手段の製造コスト削減の効果をを得ることができる。

【0036】

また、図3において、 $1/(H_D^2 - H_X^2)$ という特性の補正フィルタを、空間クロストーク処理の後、具体的には第1の空間後加工手段16RR及び第2の空間後加工手段16LLの直後又は第1の加算手段4R及び第2の加算手段4Lの直後にもうけてもよい。これにより、第1の耳への到達信号ER、第2の耳への到達信号ELが入力信号Lおよび入力信号Rとなる。図3において、 $1/(H_D^2 - H_X^2)$ という特性を近似したフィルタを空間クロストーク処理の後、具体的には、空間クロストーク処理の後、具体的には第1の空間後加工手段16RR及び第2の空間後加工手段16LLの直後又は第1の加算手段4R及び第2の加算手段4Lの直後にもうけてもよい。これにより、第1の耳への到達信号ER、第2の耳への到達信号ELが入力信号Lおよび入力信号Rとなる。

【0037】

また、この実施の形態では、発明の実施の形態1と同一又は相当する部分については同一の符号を付する等して説明を省略し、異なる部分についてのみ説明した。

【0038】

実施の形態3

実施の形態1においては筐体内のクロストークを低減させる処理ステップとして、第1の筐体加工手段3LRと第2の筐体加工手段3RLを用いたが、本実施の形態においては後述する、第1の筐体乗算加工手段8LR、第2の筐体乗算加工手段8RLを用いる場合について説明する。

【0039】

なお、筐体内クロストークの再生については実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストークの再生についても実施の形態1にお

ける図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストーク処理については図2における左部と同様であるためにここでは説明を省略する。

【0040】

図4はこの発明の実施の形態3にかかる携帯端末装置に用いられる音響信号再生回路の概略図である。図4が示すようにこの実施の形態にかかる音響信号再生回路は第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAを加工して第1のスピーカ1Rに対する交差成分を生成する第1の筐体乗算加工手段8LRと、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAを加工して第2のスピーカ1Lに対する交差成分を生成する第2の筐体乗算加工手段8RLを備える。

【0041】

次に、動作について説明する。第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは分岐されて、一方は第2の筐体乗算加工手段8RLに入力され、他方は直接成分として第1の加算手段4Rにそれぞれ入力される。同様に、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは分岐されて、一方は第1の筐体乗算加工手段8LRに入力され、他方は直接成分として第2の加算手段4Lにそれぞれ入力される。

【0042】

第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは第1の筐体乗算加工手段8LR、例えば1未満のスカラー値 β を乗算し、符号を反転させるという特性を持つフィルタを通過し、第1の加算手段4Rに入力される。第1の加算手段4Rでは、第1の筐体乗算加工手段8LRからの出力信号と、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAを加算することによって、駆動信号Rdを生成する。同様に、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは第2の筐体乗算加工手段8RL、例えば1未満のスカラー値 α を乗算し、符号を反転させるという特性を持つフィルタを通過し、第2の加算手段4Lに入力される。第2の加算手段4Lでは、第2の筐体乗算加工手段8RLからの出力信号と第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAとを加算することによって、駆動信号Ldを生成する。

【0043】

上記処理によって生成された駆動信号Rd、駆動信号Ldで第1のスピーカ1R、第2のスピーカ1Lを駆動すると、図1より、スピーカRから放射されるスピーカ放射信号SRは、数式12のようになる。

【0044】

【数12】

$$\begin{aligned} S_R &= RdH_{RR} + LdH_{LR} \\ &= (RA - \beta LA)H_{RR} + (LA - \alpha RA)H_{LR} \\ &= RA(H_{RR} - \alpha H_{LR}) - LA(\beta H_{RR} - H_{LR}) \end{aligned}$$

また、第2のスピーカ1Lから放射されるスピーカ放射信号SLは、数式13のようになる。

【0045】

【数13】

$$\begin{aligned} S_L &= LdH_{LL} + RdH_{RL} \\ &= (LA - \alpha RA)H_{LL} + (RA - \beta LA)H_{RL} \\ &= LA(H_{LL} - \beta H_{RL}) - RA(\alpha H_{LL} - H_{RL}) \end{aligned}$$

【0046】

次に、第1の筐体乗算加工手段8LRに使用する最適な係数 β を決定する。すなわち、第1のスピーカ1Rのスピーカ放射信号SRが第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAとのセパレーションを高めるためには、 $(\beta H_{RR} - H_{LR})$ の値がゼロに最も近くなるような値を決定するにすればよいことが判る。つまり、最適な係数 β^* は、数式14になる。

【0047】

【数 14】

$$\beta^* = \arg \min_{\beta} |(\beta H_{RR} - H_{LR})|$$

このことは、第1の筐体乗算加工手段8LRにおいて、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAに対して最適な係数 β^* を乗算することによって、駆動信号RdにおいてRA成分だけが放射され、他の信号成分(LA成分)がキャンセル又は減少されることが判る。同様に、第2の筐体乗算加工手段8RLに使用する最適な係数 α を決定する。すなわち、第2のスピーカ1Lのスピーカ放射信号SLが第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAとのセパレーションを高めるためには、 $(\alpha H_{LL} - H_{RL})$ の値がゼロに最も近くなるような値を決定するにすればよいことが判る。つまり、最適な係数 α^* は、数式15になる。

【0048】

【数 15】

$$\alpha^* = \arg \min_{\alpha} |(\alpha H_{LL} - H_{RL})|$$

このことは、第2の筐体乗算加工手段8RLにおいて、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAに対して最適な係数 α^* を乗算することによって、駆動信号LdにおいてLA成分だけが放射され、他の信号成分(RA成分)がキャンセル又は減少されることが判る。

以上のことから α^* 、 β^* を決定し α^* 、 β^* を、第2の筐体乗算加工手段8RL、第1の筐体乗算加工手段8LRに用いることで、振幅及び位相特性の変形は受けるものの、筐体内のクロストーク成分をキャンセルすることができ、筐体内の音響結合がキャンセルされた信号を再生することが可能となる。ここで、3D音像定位において、左右信号の位相差、振幅差が重要となることが知られている。つまり、入力信号R及び入力信号Lが、左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と、上記筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現できなかった3D音像定位機能の実現が可能となる。

【0049】

また、上記乗算加工手段8は製造コストが安価であるために、低いコストでスピーカの特性補償を実現できるという効果がある。

【0050】

また、この実施の形態では、発明の実施の形態1と同一又は相当する部分については同一の符号を付する等して説明を省略し、異なる部分についてのみ説明した。

【0051】

実施の形態4.

実施の形態1においては筐体内のクロストークを低減させる処理ステップとして、第1の筐体加工手段3LRと第2の筐体加工手段3RLを用いたが、本実施の形態においては後述する、第1のサブバンド分割手段9LR、第1のサブバンド加工手段10LR、第1のサブバンド合成手段11LR、第2のサブバンド分割手段9RL、第2のサブバンド加工手段10RL、第2のサブバンド合成手段11RL、を用いる場合について説明する。

【0052】

なお、筐体内クロストークの再生については実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストークの再生についても実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストーク処理については図2における左部と同様であるためにここでは説明を省略する。

【0053】

図5はこの発明の実施の形態4にかかる携帯端末装置に用いられる音響信号再生回路の概略図である。図5が示すようにこの実施の形態にかかる音響信号再生回路は、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAを加工して第1のスピーカ1Rに対する交差成分を生成する第1のサブバンド分割手段9LR、第1のサブバンド加工手段10LR、第1のサブバンド合成手段11LRと、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAを加工して第2のスピーカ1Lに対する交差成分を生成する第2のサブバンド分割手段9RL、第2のサブバ

ンド加工手段10RL、第2のサブバンド合成手段11RLを備える。

【0054】

次に、動作について説明する。第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは、第2の加算器4L及び第1のサブバンド分割手段9LRに入力される。サブバンド分割手段9LRでは、信号LAを周波数の高低を基準にK個のサブバンドに分割する。サブバンド分割手段9LRによって分割された信号を低域から順に信号L1、L2、…LKとする。信号L1は、第1のサブバンド加工手段10LR1へ入力される。信号L2は、第1のサブバンド加工手段10LR2へ入力される、順番に信号LKまで、それぞれ対応する第1のサブバンド加工手段10LRj (j=1, 2…K) へと入力される。第1のサブバンド加工手段10LRjでは、入力された信号Ljを加工して出力する。例えば、 $-H_{LR}/H_{RR}$ という特性の中で帯域jに相当する帯域と同等の特性を切り出し、入力された信号Ljを加工する。さらに当該信号に対してある係数 γ_j を乗算した特性を付加する加工を施す。加工された第1のサブバンド加工手段10LRjからの出力信号は、第1のサブバンド合成手段11LRによって合成され、第1の加算手段4Rに入力される。第1の加算手段4Rでは、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAと第1のサブバンド合成手段11LRからの出力信号を加算して第1のスピーカ1Rを駆動するための駆動信号Rdを出力する。

【0055】

同様に、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは、第1の加算器4R及び第2のサブバンド分割手段9RLに入力される。サブバンド分割手段9RLでは、信号RAを周波数の高低を基準にK個のサブバンドに分割する。サブバンド分割手段9RLによって分割された信号を低域から順に信号R1、R2、…RKとする。信号R1は、第2のサブバンド加工手段10RL1へ入力される。信号R2は、第2のサブバンド加工手段10RL2へ入力される、順番に信号RKまで、それぞれ対応する第2のサブバンド加工手段10RLj (j=1, 2…K) へと入力される。第2のサブバンド加工手段10RLjでは、入力された信号Rjを加工して出力する。例えば、 $-H_{RL}/H_{LL}$ という特性の中で帯域jに相当する帯域と同等の特性を切り出し、入力された信号Rjを加工する。さらに当該信号に対してある係数 γ_j を乗算した特性を付加する加工を施す。加工された第2のサブバンド加工手段10RLjからの出力信号は、第2のサブバンド合成手段11RLによって合成され、第2の加算手段4Lに入力される。第2の加算手段4Lでは、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAと第2のサブバンド合成手段11RLからの出力信号を加算して第2のスピーカ1Lを駆動するための駆動信号Ldを出力する。

【0056】

以上の処理により、全ての帯域で γ_j を1とすれば、実施の形態1と同様の効果が得られる。 γ_j を変化させれば、帯域ごとに加工の度合いを変化させることができ、例えば、低域信号の γ_j を大きめに設定することにより、出力信号の低域信号成分を強調することが可能となる。また、以上の筐体内クロストークキャンセルの処理と空間クロストークキャンセルの処理とを組み合わせることにより、入力信号R及び入力信号Lが、左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と上記筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現できなかった3D音像定位機能の実現が可能となる。

【0057】

なお、この実施の形態では、上述の実施の形態と同一又は相当する部分については同一の符号を付する等して説明を省略し、異なる部分についてのみ説明した。

【0058】

実施の形態5.

実施の形態1においては筐体内のクロストークを低減させる処理ステップとして、第1の筐体加工手段3LRと第2の筐体加工手段3RLを用いたが、本実施の形態においては図示されていないが後述する第1の低域通過手段、第2の低域通過手段を用いる形態について説明する。なお、当該実施の形態は図2における第1の筐体加工手段3LRを第1の低域通過手段におきかえ、第2の筐体加工手段3RLを第2の低域通過手段におきかえた図に等し

い。

【0059】

なお、筐体内クロストークの再生については実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストークの再生についても実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストークのキャンセル処理については図2における左部と同様であるためにここでは説明を省略する。

この実施の形態にかかる音響信号再生回路は、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAを加工して第1のスピーカ1Rに対する交差成分を生成する第1の低域通過手段と、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAを加工して第2のスピーカ1Lに対する交差成分を生成する第2の低域通過手段を備える。

【0060】

次に、動作について説明する。第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAは、第2の加算器4L及び第1の低域通過手段に入力される。第1の低域通過手段では、例えば、 $-H_{LR}/H_{RR}$ にLPF (Low Pass Filter: 低域通過フィルタ) を通して得られる特性を付与する加工を施す。加工された第1の低域通過手段からの出力信号は、第1の加算手段に入力される。第1の加算手段では、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAと第1の低域通過手段からの出力信号を加算して第1のスピーカ1Rを駆動するための駆動信号Rdを出力する。同様に、第1の空間後加工手段16RRの出力信号RAは、第1の加算器4R及び第2の低域通過手段に入力される。第2の低域通過手段では、例えば、 $-H_{RL}/H_{LL}$ にLPF (Low Pass Filter: 低域通過フィルタ) を通して得られる特性を付与する加工を施す。加工された第2の低域通過手段からの出力信号は、第2の加算手段に入力される。第2の加算手段では、第2の空間後加工手段16LLの出力信号LAと第2の低域通過手段からの出力信号を加算して第2のスピーカ1Lを駆動するための駆動信号Ldを出力する。

【0061】

本実施の形態によれば、低域信号成分のみについて、クロストークキャンセル処理を行うことになる。従って、高域信号成分をキャンセルする信号の位相の不整合によって起こる、高域成分の強調感を減少させることができるため、快適に音響信号を受聴することができるという効果がある。また、入力信号R及び入力信号Lが、左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と、筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現できなかった3D音像定位機能の実現が可能となる。

【0062】

なお、この実施の形態では、発明の実施の形態1と同一又は相当する部分については同一の符号を付する等して説明を省略し、異なる部分についてのみ説明した。

また、この実施の形態に記載した技術は、実施の形態1以外にも適応可能である。

【0063】

実施の形態6.

実施の形態1においては筐体内のクロストークを低減させる処理ステップとして、第1の筐体加工手段3LRと第2の筐体加工手段3RLを用いたが、本実施の形態においては後述する、相関算出手段23、制御手段24、第1のスイッチ25LRa、第1のスイッチ25LRb、第2のスイッチ25RLa、第2のスイッチ25RLb、第1の信号加工手段26LR、第2の信号加工手段26RL、を用いる場合について説明する。

【0064】

なお、筐体内クロストークの再生については実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストークの再生についても実施の形態1における図1と同様であるためにここでは説明を省略する。また、空間クロストーク処理については図2における左部と同様であるためにここでは説明を省略する。

【0065】

図6はこの発明の実施の形態6にかかる携帯端末装置に用いられる音響信号再生回路の概略図である。図6が示すようにこの実施の形態にかかる音響信号再生回路は、第1の空間

後加工手段 16RR の出力信号 RA、第 2 の空間後加工手段 16LL の出力信号 LA の周波数成分毎の相関を算出する相関算出手段 23 と、信号 LA 及び信号 RA の相関に基づいて第 1 のスイッチ 25LR 及び第 2 のスイッチ 25RL を制御する制御手段 24 と、入力された信号を加工する第 1 の信号加工手段 26LR、第 2 の信号加工手段 26RL を備える。第 1 のスイッチ 25LR は、第 1 の信号加工手段 26LR1 ~ 第 1 の信号加工手段 26LRk のいずれか 1 つと第 2 のスイッチ 25RL は、第 2 の信号加工手段 26RL1 ~ 第 2 の信号加工手段 26RLk のいずれか 1 つと接続する。

【0066】

次に、動作について説明する。第 1 の空間後加工手段 16RR の出力信号 RA は、第 1 の加算器 4R、第 2 のスイッチ 25RLa、及び相関算出手段 23 に入力される。第 2 の空間後加工手段 16LL の出力信号 LA は、第 2 の加算器 4L、第 1 のスイッチ 25LRa、及び相関算出手段 23 に入力される。相関算出手段 23 では、信号 RA 及び信号 LA の相関を周波数成分ごとに算出し、算出結果を制御手段 24 に入力する。算出結果が入力された制御手段 24 では、信号 RA 及び信号 LA の周波数ごとの相関係数に応じて、第 1 のスイッチ 25LRa、第 1 のスイッチ 25LRb 及び第 2 のスイッチ 25RLa、第 2 のスイッチ 25RLb を切り替える。例えば、ある帯域の相関が高い場合には、その帯域に相当する帯域の信号強度をゼロとする信号加工手段 26RL 又は第 2 の信号加工手段 26LR に接続されるように第 1 のスイッチ 25 を制御する。第 1 の信号加工手段 26RL としては、例えば、ある特定の帯域の信号強度をゼロにしてから、 $-H_{LR}/H_{RR}$ という特性を付与する加工を施す場合がある。第 2 の信号加工手段 26LR としては、例えば、ある特定の帯域の信号強度をゼロにしてから、 $-H_{RL}/H_{LL}$ という特性を付与する加工を施す場合がある。

【0067】

ここで、ある帯域の相関が高いときには、信号 LA、信号 RA のある帯域の信号成分が同相に近いことを意味する。このとき、音響結合をキャンセルするための処理によって、元の信号と、元の信号の逆相に近い信号を加算することになるため、相関が高い帯域の成分が減少してしまい、聴感上の劣化が生じることになる。しかしながら、上記の実施例によると、相関が高い帯域の信号成分は、ゼロを加算することになるため、上記のような聴感上の劣化が発生しなくなるという効果がある。さらに、もともと同相成分は中央に定位する音であるため、同相成分に対しては音響結合をキャンセルしなくても、受聴者は良好な音響を得ることが可能である。また、入力信号 R 及び入力信号 L が、左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と、筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現できなかった 3D 音響定位機能の実現が可能となる。

【0068】

なお、この実施の形態では、発明の実施の形態 1 と同一又は相当する部分については同一の符号を付する等して説明を省略し、異なる部分についてのみ説明した。

【0069】

実施の形態 7.

複数のスピーカからなる再生システムをモデル化したものを図 7 に示す。この図 7 において、左部は筐体内における再生システムをモデル化したものであり、筐体内再生システムと呼ぶ。一方、右部は空間（筐体外）における再生システムをモデル化したものであり、空間再生システムと呼ぶ。図 7 の左部に示した通り、この筐体内再生システムでは、N 個のスピーカの気室が共通となるため、筐体内において相互に音響結合が生じる。この音響結合を筐体内クロストーク特性と呼ぶ。また、本再生システムでは、再生システムのあるチャンネルに入力された信号が直接伝達して該当するスピーカから放射される際に生じるアンプやスピーカ特性を、筐体内ダイレクト特性と呼ぶ。同様に、図 7 の右部に示した通り、この空間再生システムでは、一方のスピーカから再生される音波が本来受聴者の一方の耳に伝達されるところ他方の耳で結合して、他方の耳に漏れこむという現象が生じる。この音響結合を空間クロストーク特性と呼ぶ。また、本再生システムでは、一方のスピーカから再生される音波が本来受聴者に伝達される当該一方の耳に直接伝達する際の特性を空

間ダイレクト特性と呼ぶ。

【0070】

図7の左部において、再生システムで*i*番目のスピーカを直接成分として駆動する信号を駆動信号*S_d_i*と、再生システムで*i*番目のスピーカから放射される信号をスピーカ放射信号*S_i*と、*i*チャンネルの駆動信号*S_d_i*がスピーカ特性やアンプ特性等により変形されて*i*スピーカから放射されるまでの伝達特性（筐体内ダイレクト特性）を伝達特性*H_{ii}*と、*i*チャンネルの駆動信号*S_d_i*が、音響結合により変形され*j*個目のスピーカから放射されるまでの伝達特性（筐体内クロストーク特性）を伝達特性*H_{ij}*、とする。同様に、図7の右部において、スピーカ放射信号*S_i*が空間を経て受聴者の第*i*の耳に到達されるまでの伝達特性（空間ダイレクト特性）を*W_{ii}*と、スピーカ放射信号*S_i*が空間での音響結合により変形されて、受聴者の第*j*の耳に到達されるまでの伝達特性（空間クロストーク特性）を*W_{ij}*とする。

図7のスピーカ放射信号*S*、駆動信号*S_d*、筐体内における伝達特性*H*、空間における伝達特性*W*は数式16のようになる。

【0071】

【数16】

$$\mathbf{S} = [S_1, S_2, \dots, S_N]^T$$

$$\mathbf{S_d} = [S_{d1}, S_{d2}, \dots, S_{dN}]^T$$

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} H_{11}, H_{21}, \dots, H_{N1} \\ H_{12}, H_{22}, \dots, H_{N2} \\ \dots \\ H_{1N}, H_{2N}, \dots, H_{NN} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} W_{11}, W_{21}, \dots, W_{N1} \\ W_{12}, W_{22}, \dots, W_{N2} \\ \dots \\ W_{1N}, W_{2N}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix}$$

この場合の、放射信号*S*、受聴者の耳に到達する信号*E*はそれぞれ数式17で示されるようになる。

【0072】

【数 1 7】

$$\mathbf{S} = \mathbf{H}\mathbf{S}\mathbf{d}$$

$$= \begin{bmatrix} H_{11}Sd_1 + H_{21}Sd_2 + \cdots + H_{N1}Sd_N \\ H_{12}Sd_1 + H_{22}Sd_2 + \cdots + H_{N2}Sd_N \\ \cdots \\ H_{1N}Sd_1 + H_{2N}Sd_2 + \cdots + H_{NN}Sd_N \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{W}\mathbf{H}\mathbf{S}\mathbf{d}$$

$$= \mathbf{W}\mathbf{S}$$

$$= \begin{bmatrix} W_{11}, W_{21}, \cdots, W_{N1} \\ W_{12}, W_{22}, \cdots, W_{N2} \\ \cdots \\ W_{1N}, W_{2N}, \cdots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11}Sd_1 + H_{21}Sd_2 + \cdots + H_{N1}Sd_N \\ H_{12}Sd_1 + H_{22}Sd_2 + \cdots + H_{N2}Sd_N \\ \cdots \\ H_{1N}Sd_1 + H_{2N}Sd_2 + \cdots + H_{NN}Sd_N \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} W_{11}(H_{11}Sd_1 + H_{21}Sd_2 + \cdots + H_{N1}Sd_N) + \cdots + W_{N1}(H_{1N}Sd_1 + H_{2N}Sd_2 + \cdots + H_{NN}Sd_N) \\ W_{12}(H_{11}Sd_1 + H_{21}Sd_2 + \cdots + H_{N1}Sd_N) + \cdots + W_{N2}(H_{1N}Sd_1 + H_{2N}Sd_2 + \cdots + H_{NN}Sd_N) \\ \cdots \\ W_{1N}(H_{11}Sd_1 + H_{21}Sd_2 + \cdots + H_{N1}Sd_N) + \cdots + W_{NN}(H_{1N}Sd_1 + H_{2N}Sd_2 + \cdots + H_{NN}Sd_N) \end{bmatrix}$$

数式 1 7 から、受聴者の耳に到達する信号 E は、他のチャネルの筐体内クロストーク成分や空間クロストーク成分を含んだ複雑な信号であることが分かる。

図 8 は、図 7 に示したクロストーク成分をキャンセルするためのクロストークキャンセラーを示す概念図である。図 8 において、 X_i は入力信号であり、 V_{ij} は筐体内クロストークキャンセルフィルタであり、 G_{ij} は空間クロストークキャンセルフィルタである。これらを数式 1 8 に示す。

【0 0 7 3】

【数 1 8】

$$\mathbf{X} = [X_1, X_2, \cdots, X_N]^T$$

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} V_{11}, V_{21}, \cdots, V_{N1} \\ V_{12}, V_{22}, \cdots, V_{N2} \\ \cdots \\ V_{1N}, V_{2N}, \cdots, V_{NN} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} G_{11}, G_{21}, \cdots, G_{N1} \\ G_{12}, G_{22}, \cdots, G_{N2} \\ \cdots \\ G_{1N}, G_{2N}, \cdots, G_{NN} \end{bmatrix}$$

数式 1 8 の G および V のフィルタ特性として、例えば、数式 1 9 のようにおくことができる。

【0 0 7 4】

【数 19】

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} \mathbf{W}_{11}, \mathbf{W}_{12}, \dots, \mathbf{W}_{1N} \\ \mathbf{W}_{21}, \mathbf{W}_{22}, \dots, \mathbf{W}_{2N} \\ \dots \\ \mathbf{W}_{N1}, \mathbf{W}_{N2}, \dots, \mathbf{W}_{NN} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{11}, \mathbf{H}_{12}, \dots, \mathbf{H}_{1N} \\ \mathbf{H}_{21}, \mathbf{H}_{22}, \dots, \mathbf{H}_{2N} \\ \dots \\ \mathbf{H}_{N1}, \mathbf{H}_{N2}, \dots, \mathbf{H}_{NN} \end{bmatrix}$$

ただし、数式 19 において、 \mathbf{W}_{ij} は、行列 \mathbf{W} の (i, j) 成分の余因子であり、 \mathbf{H}_{ij} は、行列 \mathbf{H} の (i, j) 成分の余因子である。図 8 の構成で処理を施すと、駆動信号 \mathbf{Sd} は数式 20 のようになる。

【0075】

【数 20】

 $\mathbf{Sd} = \mathbf{GVX}$

$$= \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{11}, \mathbf{H}_{12}, \dots, \mathbf{H}_{1N} \\ \mathbf{H}_{21}, \mathbf{H}_{22}, \dots, \mathbf{H}_{2N} \\ \dots \\ \mathbf{H}_{N1}, \mathbf{H}_{N2}, \dots, \mathbf{H}_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{W}_{11}, \mathbf{W}_{12}, \dots, \mathbf{W}_{1N} \\ \mathbf{W}_{21}, \mathbf{W}_{22}, \dots, \mathbf{W}_{2N} \\ \dots \\ \mathbf{W}_{N1}, \mathbf{W}_{N2}, \dots, \mathbf{W}_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 \\ \mathbf{X}_2 \\ \dots \\ \mathbf{X}_N \end{bmatrix}$$

よって、受聴者の耳に到達する信号 \mathbf{E} は、数式 21 のようになる。

【0076】

【数 2 1】

$$E = WHSd$$

$$= WHGVX$$

$$= \begin{bmatrix} W_{11}, W_{21}, \dots, W_{N1} \\ W_{12}, W_{22}, \dots, W_{N2} \\ \dots \\ W_{1N}, W_{2N}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11}, H_{21}, \dots, H_{N1} \\ H_{12}, H_{22}, \dots, H_{N2} \\ \dots \\ H_{1N}, H_{2N}, \dots, H_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11}, H_{12}, \dots, H_{1N} \\ H_{21}, H_{22}, \dots, H_{2N} \\ \dots \\ H_{N1}, H_{N2}, \dots, H_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11}, W_{12}, \dots, W_{1N} \\ W_{21}, W_{22}, \dots, W_{2N} \\ \dots \\ W_{N1}, W_{N2}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_N \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} W_{11}, W_{21}, \dots, W_{N1} \\ W_{12}, W_{22}, \dots, W_{N2} \\ \dots \\ W_{1N}, W_{2N}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \det H, 0, \dots, 0 \\ 0, \det H, 0, \dots, 0 \\ \dots \\ 0, \dots, 0, \det H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11}, W_{12}, \dots, W_{1N} \\ W_{21}, W_{22}, \dots, W_{2N} \\ \dots \\ W_{N1}, W_{N2}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_N \end{bmatrix}$$

$$= \det H \begin{bmatrix} W_{11}, W_{21}, \dots, W_{N1} \\ W_{12}, W_{22}, \dots, W_{N2} \\ \dots \\ W_{1N}, W_{2N}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11}, W_{12}, \dots, W_{1N} \\ W_{21}, W_{22}, \dots, W_{2N} \\ \dots \\ W_{N1}, W_{N2}, \dots, W_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_N \end{bmatrix}$$

$$= \det H \begin{bmatrix} \det W, 0, \dots, 0 \\ 0, \det W, 0, \dots, 0 \\ \dots \\ 0, \dots, 0, \det W \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_N \end{bmatrix}$$

$$= (\det H)(\det W)X$$

なお、 $(\det H)X = Y$ 、 Y は入力信号 X に対してスピーカから受聴者の耳に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップを経た信号である。

数式 2 1 からわかるように、 $\det H$ および $\det W$ は周波数特性をもった定数であり、図 8 の処理によって再生された信号が受聴者の耳に到達する信号 E は、 $\det H$ および $\det W$ という特性が付加されるが、筐体内クロストーク成分や空間クロストーク成分が除去されることが判る。ここで、複数のスピーカが存在する場合であっても、3D音像定位を受ける場合、複数の信号の位相差、振幅差が重要となることが知られている。数式 2 1 によると、上記複数の信号が同様の変形を受けているので各々が信号の位相差、振幅差の関係を保っており、良好な立体音響効果を得ることができる。つまり、入力信号 X が、複数の左右の耳に提示すべき立体音響効果が期待されている場合、空間クロストークをキャンセルさせる手段と、筐体内クロストークをキャンセルさせる手段とを組み合わせることにより、従来は携帯端末装置では実現できなかった3D音像定位機能の実現が可能となる。

受聴者の耳に伝わる信号 E を入力信号 X に一致させたい場合には、図 8 の処理の後段に $1/(\det H \cdot \det W)$ という特性のフィルタを信号数、すなわちこの場合は N だけ設ければよい。

【0077】

なお、筐体内伝達特性 H_{ii} 及び H_{ij} が共通している場合又は共通しているとみなせるほど近似している場合には、 $H_{ii} = H_0$ 及び $H_{ij} = H_x$ とみなせることができる。これにより、例えば、スピーカが対称的に携帯端末装置に備えられている場合には伝達特性の共通化により製造コストの削減が計られる。

【0078】

また、空間伝達特性 W_{ii} 及び W_{ij} が共通している場合又は共通しているとみなせるほど近似している場合には、 $W_{ii} = W_0$ 及び $W_{ij} = W_x$ とみなせることができる。これにより、例えば、スピーカの正面に受聴者がいる場合を想定して携帯端末装置を製造する場合には伝達特性の共通化により製造コストの削減が計られる。

【0079】

また、伝達特性 H_{ij} は、筐体内での音響結合に加えてスピーカ特性が含まれる場合がある。

以下具体的に、スピーカが3個の場合について説明する。まず、スピーカが3個の場合は、再生システムから放射される信号 S 、駆動信号 S_d 、筐体内における伝達特性 H 、空間における伝達特性 W は数式22のようにする。

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{【数22】}$$

$$S = [S_1, S_2, S_3]^T$$

$$S_d = [S_{d1}, S_{d2}, S_{d3}]^T$$

$$H = \begin{bmatrix} H_{11}, H_{21}, H_{31} \\ H_{12}, H_{22}, H_{32} \\ H_{13}, H_{23}, H_{33} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} W_{11}, W_{21}, W_{31} \\ W_{12}, W_{22}, W_{32} \\ W_{13}, W_{23}, W_{33} \end{bmatrix}$$

ここで筐体内クロストークキャンセルフィルタ G 及び空間クロストークキャンセルフィルタ V として例えば、

数式23のようにおくことができる。

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 8 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{【数23】}$$

$$V = \begin{bmatrix} W_{11}, W_{12}, W_{13} \\ W_{21}, W_{22}, W_{23} \\ W_{31}, W_{32}, W_{33} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} W_{22}W_{33} - W_{23}W_{32}, W_{21}W_{33} - W_{23}W_{31}, W_{21}W_{32} - W_{22}W_{31} \\ W_{12}W_{33} - W_{13}W_{32}, W_{11}W_{33} - W_{13}W_{31}, W_{11}W_{32} - W_{12}W_{31} \\ W_{12}W_{23} - W_{13}W_{22}, W_{11}W_{23} - W_{13}W_{21}, W_{11}W_{22} - W_{12}W_{21} \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} H_{11}, H_{12}, H_{13} \\ H_{21}, H_{22}, H_{23} \\ H_{31}, H_{32}, H_{33} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} H_{22}H_{33} - H_{23}H_{32}, H_{21}H_{33} - H_{23}H_{31}, H_{21}H_{32} - H_{22}H_{31} \\ H_{12}H_{33} - H_{13}H_{32}, H_{11}H_{33} - H_{13}H_{31}, H_{11}H_{32} - H_{12}H_{31} \\ H_{12}H_{23} - H_{13}H_{22}, H_{11}H_{23} - H_{13}H_{21}, H_{11}H_{22} - H_{12}H_{21} \end{bmatrix}$$

数式23のフィルタ特性によって、図9の構成で処理を施すと、駆動信号 S_d は数式24のようになる。

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 8 & 2 \end{bmatrix}$$

【数 2 4】

$$Sd = GVX$$

$$= \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

E によって、受聴者の耳に到達する信号は、数式 25 のようになる。

【0 0 8 3】

【数 2 5】

$$E = WHSd$$

$$= WHGVX$$

$$= \begin{bmatrix} W_{11} & W_{21} & W_{31} \\ W_{12} & W_{22} & W_{32} \\ W_{13} & W_{23} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11} & H_{21} & H_{31} \\ H_{12} & H_{22} & H_{32} \\ H_{13} & H_{23} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} W_{11} & W_{21} & W_{31} \\ W_{12} & W_{22} & W_{32} \\ W_{13} & W_{23} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \det H, 0, 0 \\ 0, \det H, 0 \\ 0, 0, \det H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

$$= \det H \begin{bmatrix} W_{11} & W_{21} & W_{31} \\ W_{12} & W_{22} & W_{32} \\ W_{13} & W_{23} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

$$= \det H \begin{bmatrix} \det W, 0, 0 \\ 0, \det W, 0 \\ 0, 0, \det W \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

$$= (\det H)(\det W)X$$

なお、 $(\det H)X = Y$ 、Yは入力信号Xに対してスピーカから受聴者の耳に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップを経た信号である。

$$\det H = H_{11}H_{22}H_{33} - H_{11}H_{23}H_{32} + H_{12}H_{23}H_{31} \\ - H_{12}H_{21}H_{33} + H_{13}H_{21}H_{32} - H_{13}H_{22}H_{31}$$

$$\det W = W_{11}W_{22}W_{33} - W_{11}W_{23}W_{32} + W_{12}W_{23}W_{31} \\ - W_{12}W_{21}W_{33} + W_{13}W_{21}W_{32} - W_{13}W_{22}W_{31}$$

detHおよびdetWは周波数特性をもった定数であり、図9の処理によって再生された信号が受聴者の耳に到達する信号Eは、detHおよびdetWという特性が付加されるが、筐体内クロストーク成分や空間クロストーク成分が除去されることが判る。受聴者の耳に到達する信号Eを入力信号Xに完全に一致させたい場合には、図9の処理の前段か後段に $1 / (\det H \cdot \det W)$ という特性のフィルタを信号数、すなわちこの場合には3だけ設ければよい。

【図面の簡単な説明】

【0 0 8 4】

【図1】実施の形態1-6における筐体内、空間の再生システムの再生モデルを示す図である。

【図2】実施の形態1におけるクロストークキャンセルの概念図である。

【図3】実施の形態2におけるクロストークキャンセルの概念図である。

【図4】実施の形態3におけるクロストークキャンセルの概念図である。

【図5】実施の形態4におけるクロストークキャンセルの概念図である。

【図6】実施の形態6におけるクロストークキャンセルの概念図である。

【図 7】実施の形態 7 における筐体内、空間の再生システムの再生モデルを示す図である。

【図 8】実施の形態 7 におけるクロストークキャンセルの概念図である。

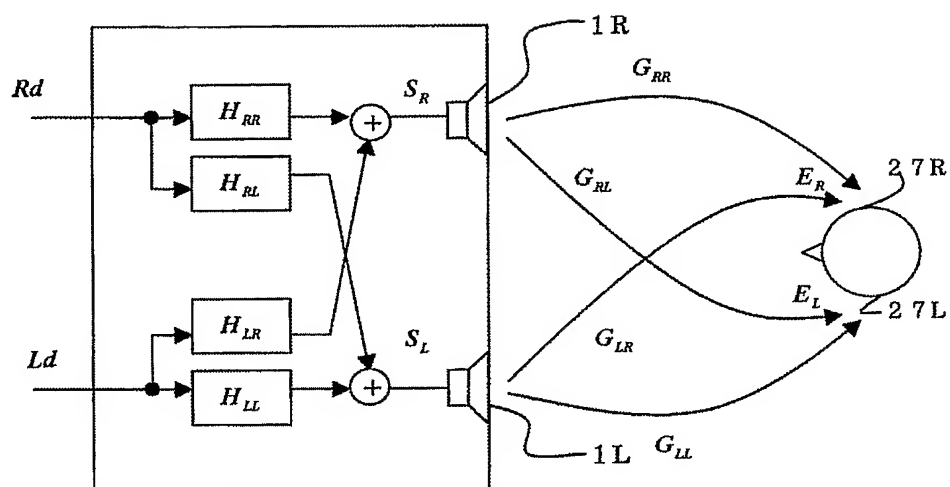
【図 9】実施の形態 7 におけるクロストークキャンセルの概念図である。

【符号の説明】

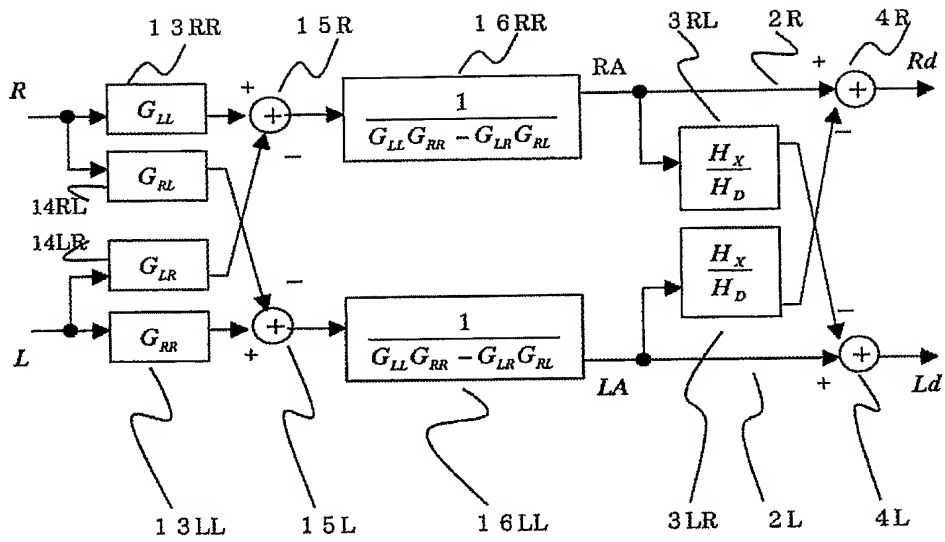
【0085】

1 R	第 1 のスピーカ
1 L	第 2 のスピーカ
2 R	スピーカ 1 R 用のチャンネル
2 L	スピーカ 1 L 用のチャンネル
3 L R	第 1 の筐体加工手段
3 R L	第 2 の筐体加工手段
4 R	第 1 の加算手段
4 L	第 2 の加算手段
5 R R	第 1 の筐体直接加工手段
5 L L	第 2 の筐体直接加工手段
6 L R	第 1 の筐体交差加工手段
6 R L	第 2 の筐体交差加工手段
7 R R	第 1 の筐体後加工手段
7 L L	第 2 の筐体後加工手段
8 L R	第 1 の筐体乗算加工手段
8 R L	第 2 の筐体乗算加工手段
9 L R	第 1 のサブバンド分割手段
9 R L	第 2 のサブバンド分割手段
10 L R	第 1 のサブバンド加工手段
10 R L	第 2 のサブバンド加工手段
11 L R	第 1 のサブバンド合成手段
11 R L	第 2 のサブバンド合成手段
12 L R	第 1 の低域通過手段
12 R L	第 2 の低域通過手段
13 R R	第 1 の空間直接加工手段
13 L L	第 2 の空間直接加工手段
14 L R	第 1 の空間交差加工手段
14 R L	第 2 の空間交差加工手段
15 R	加算手段
15 L	加算手段
16 R R	第 1 の空間後加工手段
16 L L	第 2 の空間後加工手段
23	相関算出手段
24	制御手段
25 L R	第 1 のスイッチ
25 R L	第 2 のスイッチ
26 L R	第 1 の信号加工手段
26 R L	第 2 の信号加工手段
27 R	第 1 の制御点
27 L	第 2 の制御点

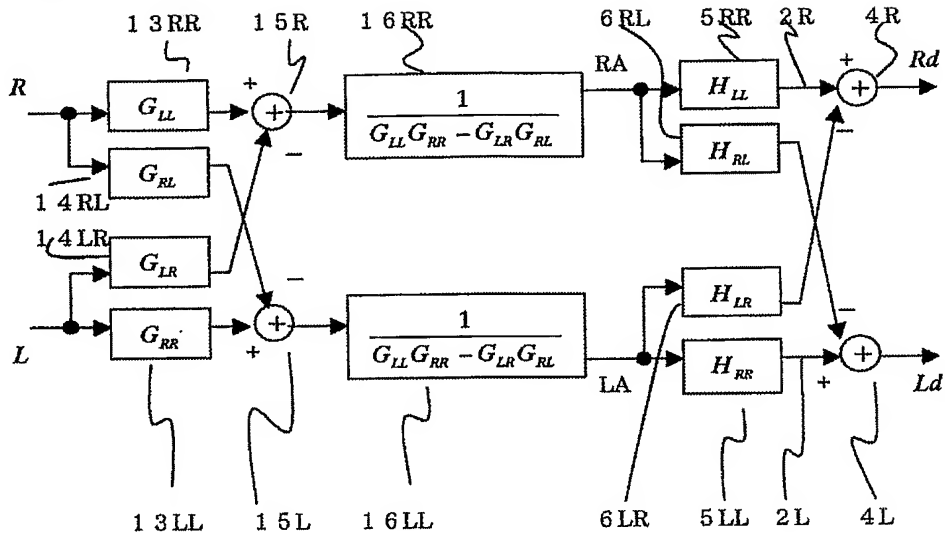
【書類名】 図面
【図 1】



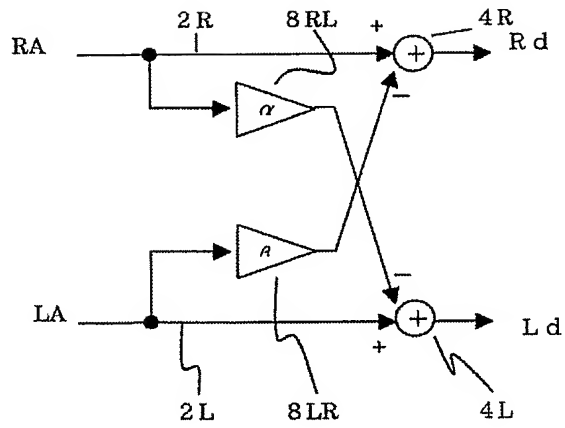
【図 2】



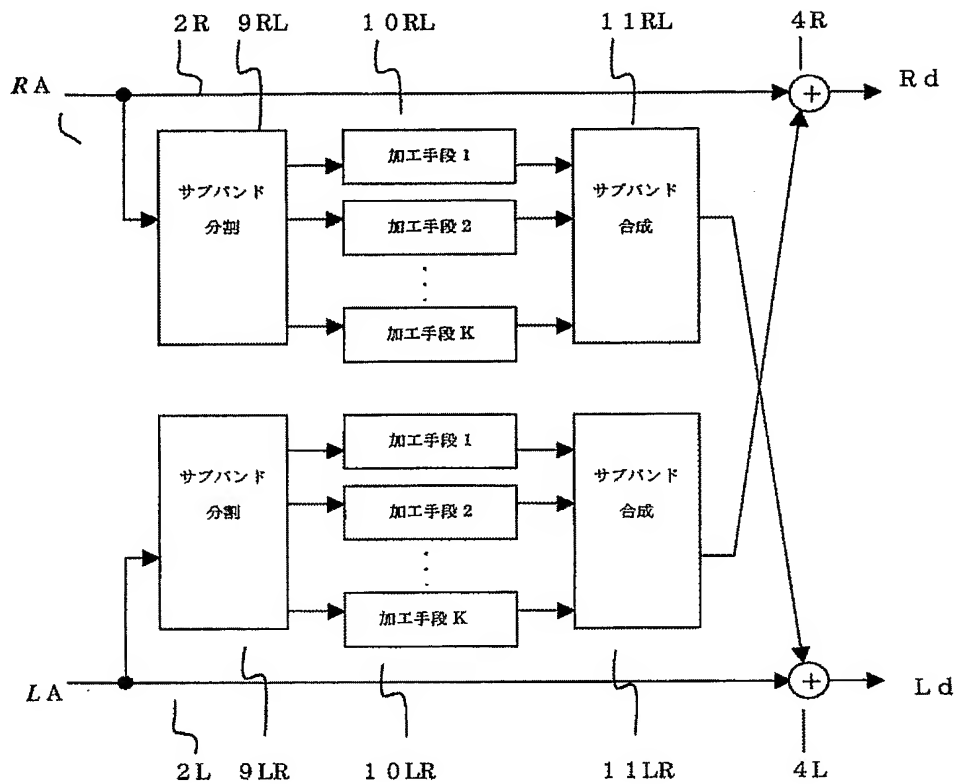
【図 3】



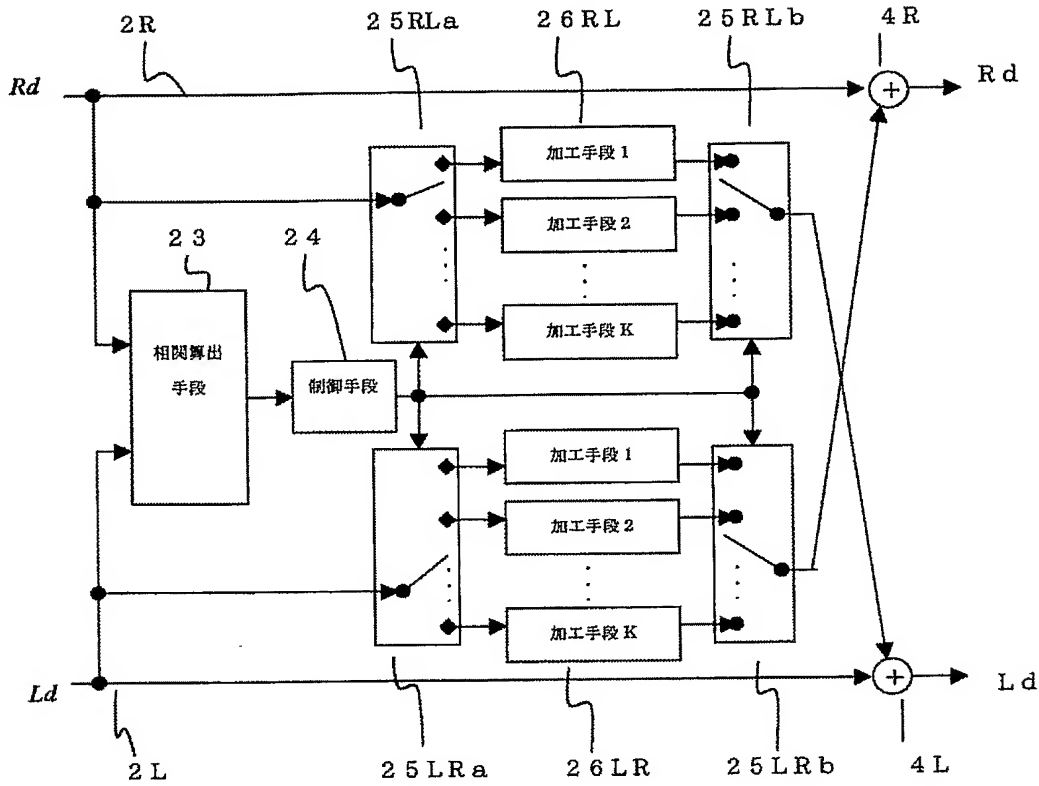
【図 4】



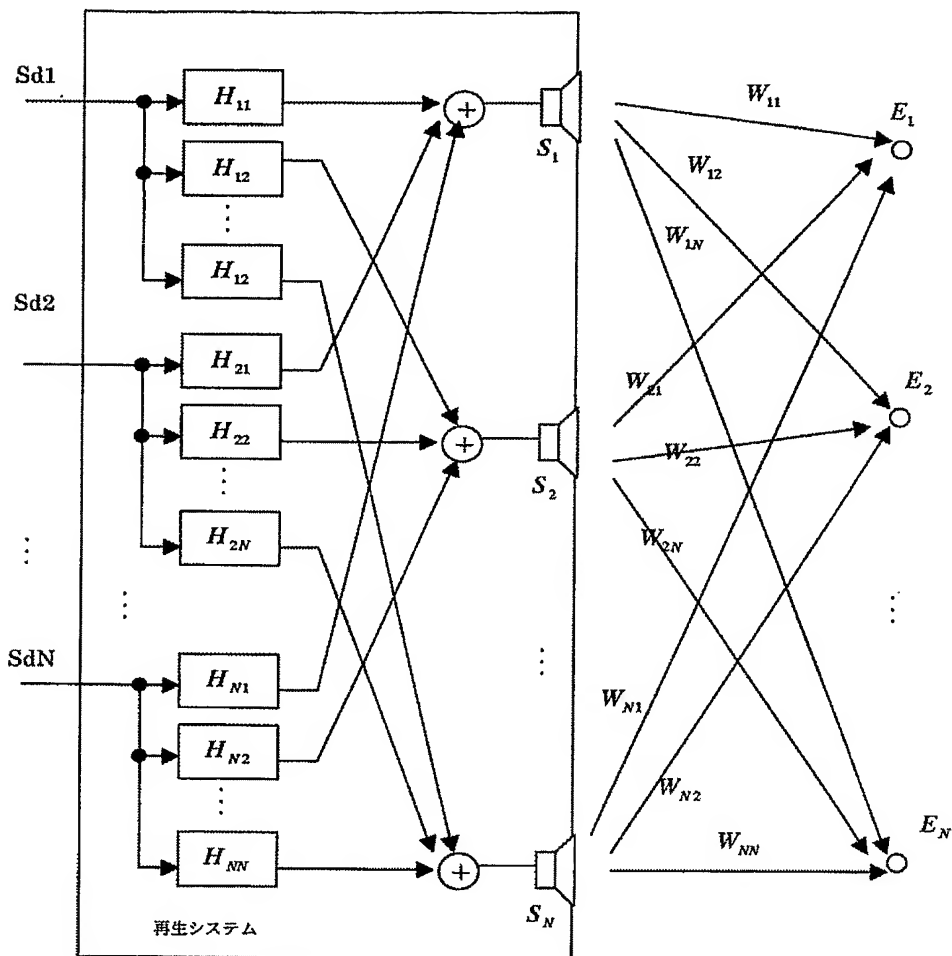
【図 5】



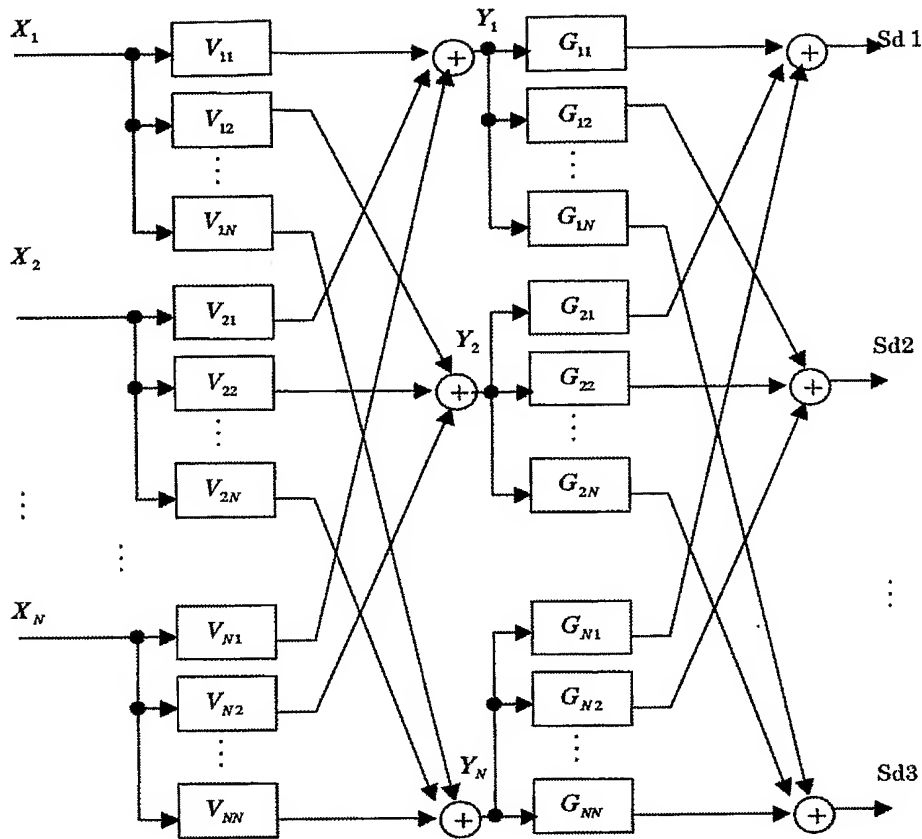
【図 6】



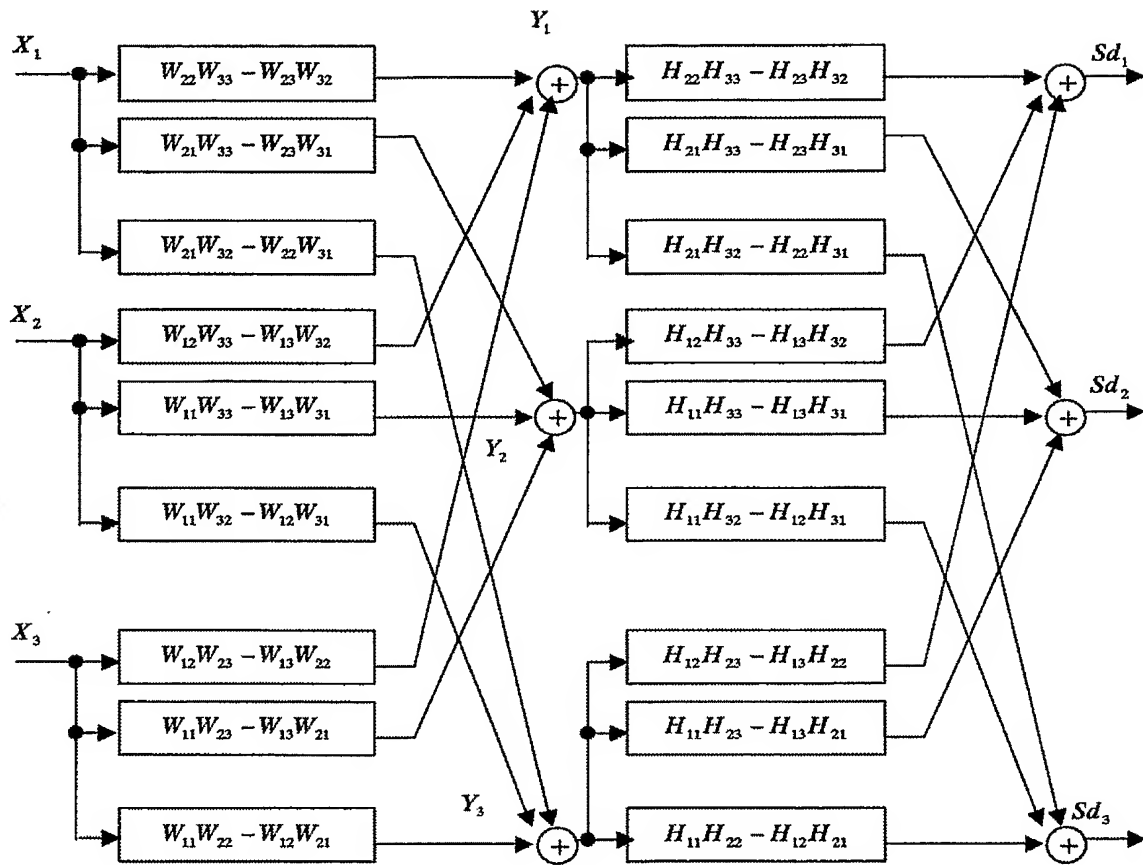
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書**【要約】****【課題】**

従来から、スピーカから聴取者の右耳又は左耳に到達するクロストーク成分をキャンセルするための伝達関数を畳み込まれたフィルタは存在したが、携帯端末装置の筐体内におけるスピーカ相互間のクロストークを適切に減少させることができなかった。そのため、入力信号が立体音響効果を期待されている場合、携帯端末装置では 3D 音像定位機能が実現されていなかった。

【解決手段】

この発明のかかるクロストークキャンセル方法は、筐体内部に少なくとも 2 つのスピーカが収容された携帯端末装置の音響信号再生方法において、スピーカへの入力信号に対して、スピーカから受聴者の耳に到るまでの空間で生じる空間クロストークを低減させる処理ステップ 1 と、処理ステップ 1 を経た信号に対して、筐体内でスピーカ間に生じるクロストークを低減させる処理ステップ 2 とを備えて構成されている。

【選択図】

図 1

特願 2 0 0 3 - 4 2 6 5 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社